

Динамика сезонной зависимости яркостной температуры ледового щита Антарктиды по данным SSMIS и MIRAS



В.В. Тихонов^{1,2}, М.Д. Раев¹, И.В. Хвостов³, Д.А. Боярский¹,
А.Н. Романов³, Е.А. Шарков¹, Н.Ю. Комарова¹



¹Институт космических исследований РАН, Москва, e-mail: vtikhonov@asp.iki.rssi.ru

²Московский физико-технический институт (государственный университет), Долгопрудный

³Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул



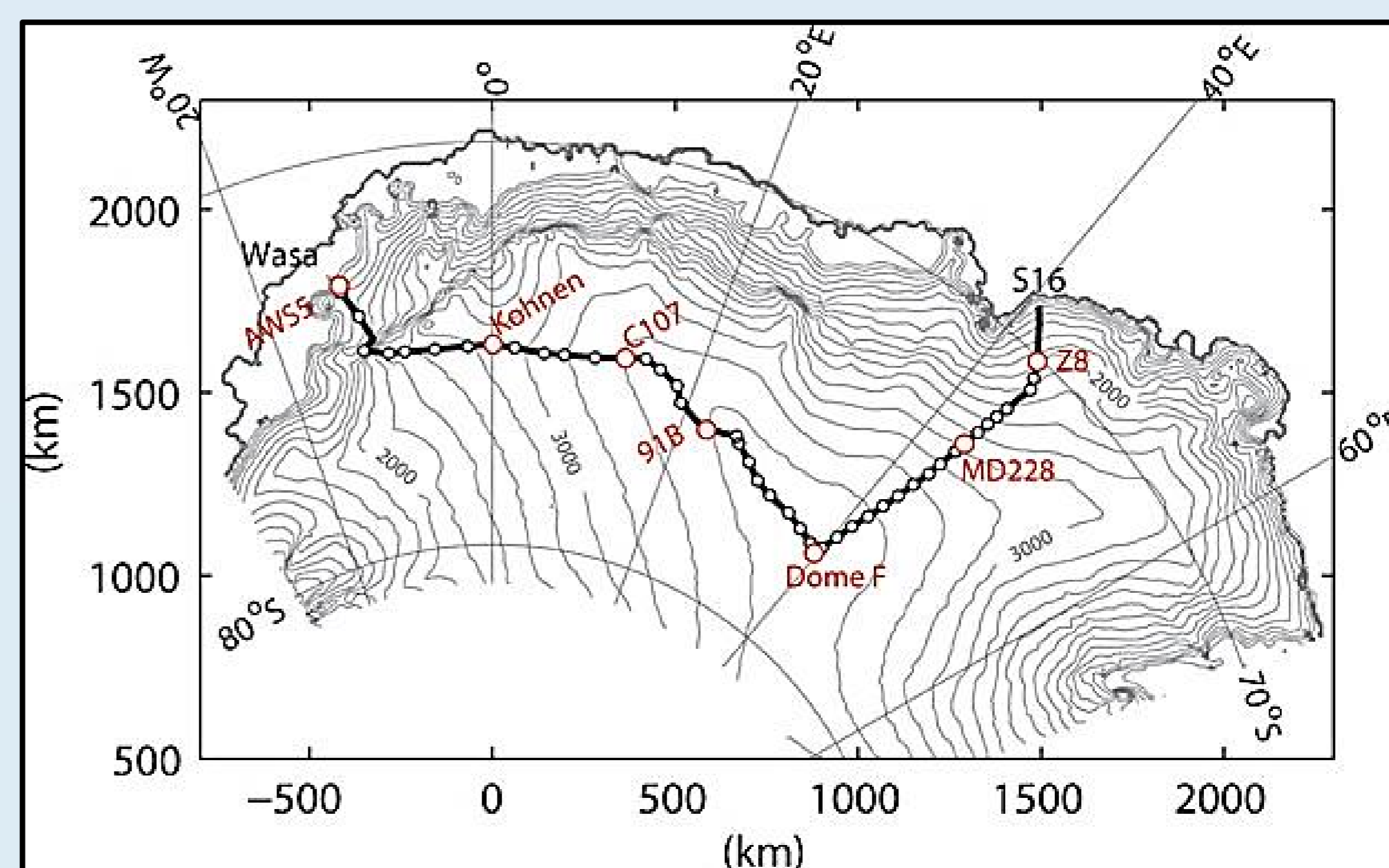
РЕГИОН ИССЛЕДОВАНИЯ

Земля Королевы Мод. Обширная территория на атлантическом побережье Антарктиды, занимающая сектор между 20° западной и 45° восточной долготы. Площадь ее составляет около 2.5 миллиона км². Поверхность ледникового покрова поднимается на юге до 3500 м. В прибрежной полосе отдельные горные хребты и вершины возвышаются над поверхностью ледника, достигая высоты 3000 м и более. Данный регион включает в себя все Антарктические зоны: купол, зону стоковых ветров и прибрежную зону. Для были привязки выбраны точки маршрута Шведско-Японской экспедиции 2007/2008 годов (Sugiyama et al., 2012). Область проведения этой экспедиции и маршрут показаны на рисунке. В таблице представлены координаты центра и высота над уровнем моря областей, по которым исследовалась динамика яркостных температур.

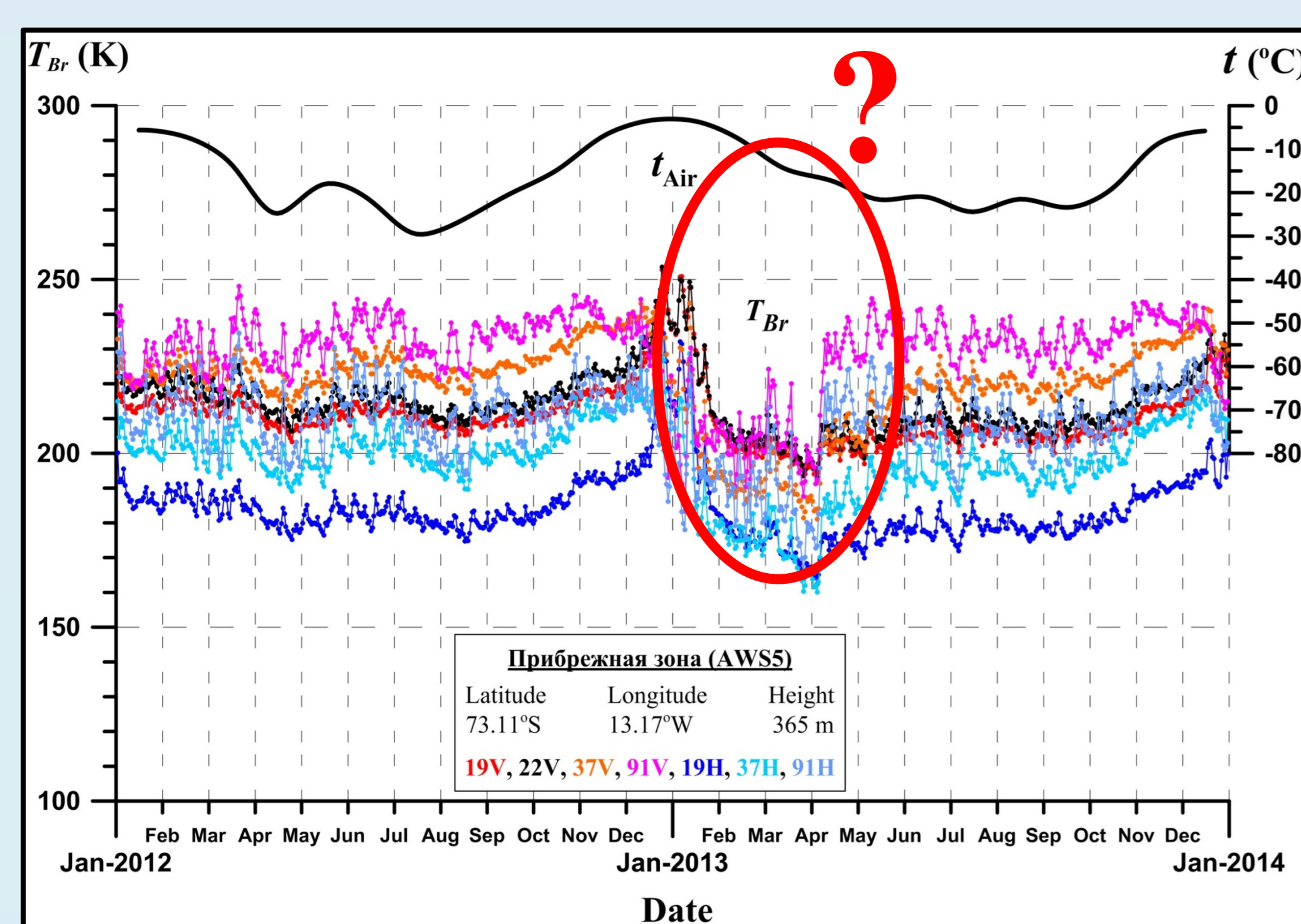
Место	Широта	Долгота	Высота (м)	Зона
S16	69.03°S	40.05°E	589	Прибрежная зона
Z8	70.08°S	43.24°E	1991	Зона стоковых ветров
MD228	72.79°S	43.52°E	2960	Зона стоковых ветров
Dome F	77.32°S	39.70°E	3800	Купол
AWS5	73.11°S	13.17°W	365	Прибрежная зона

СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ

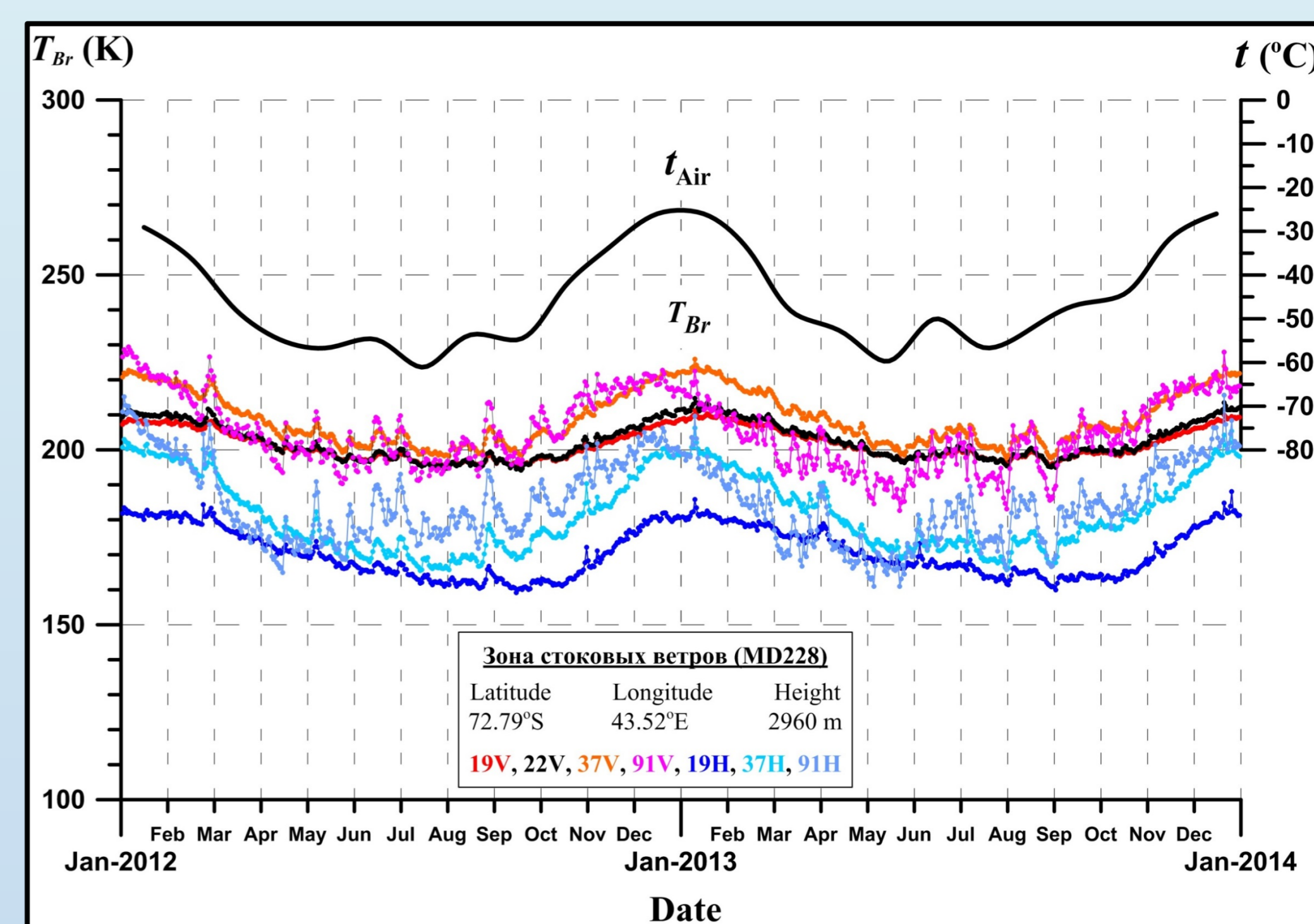
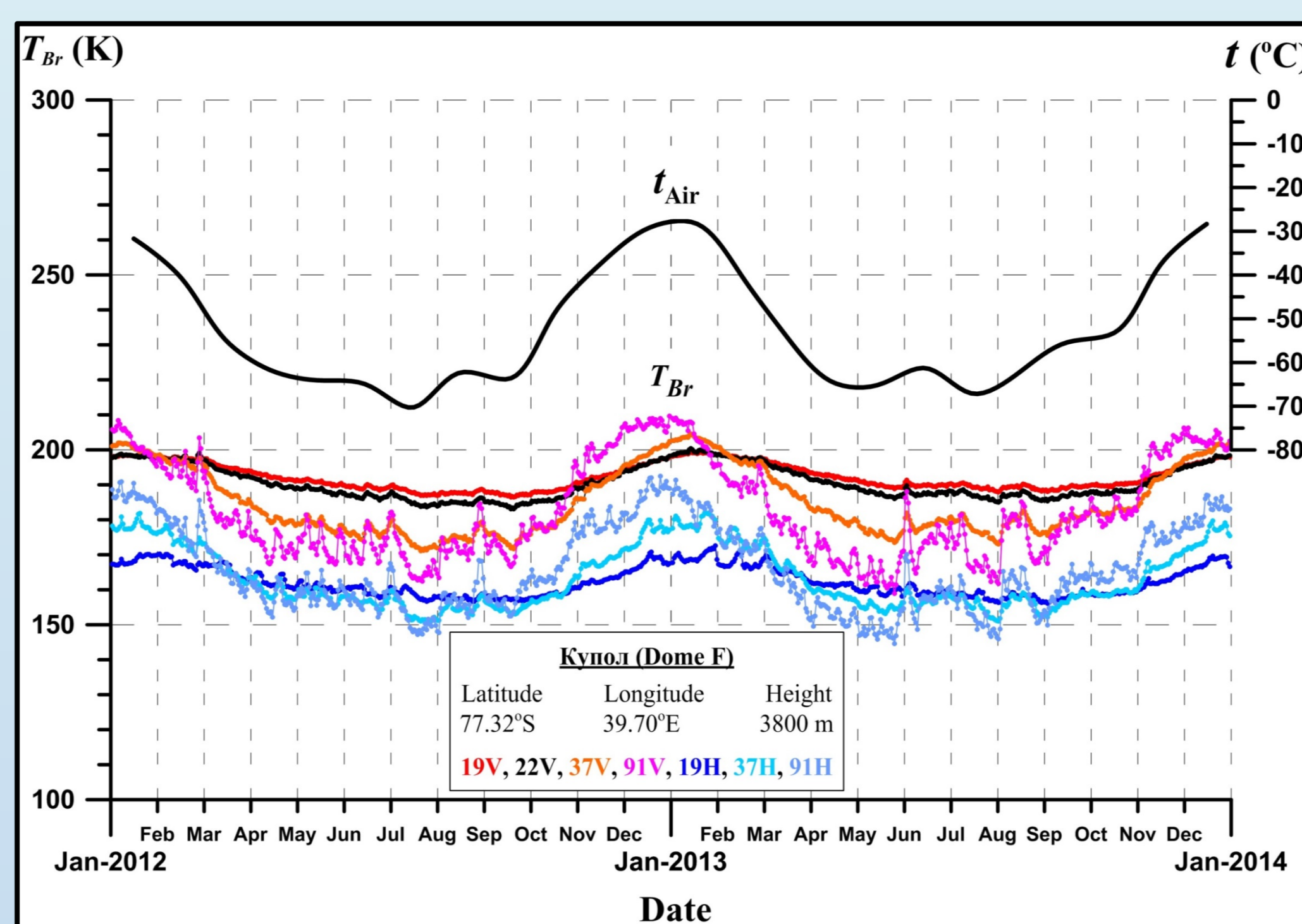
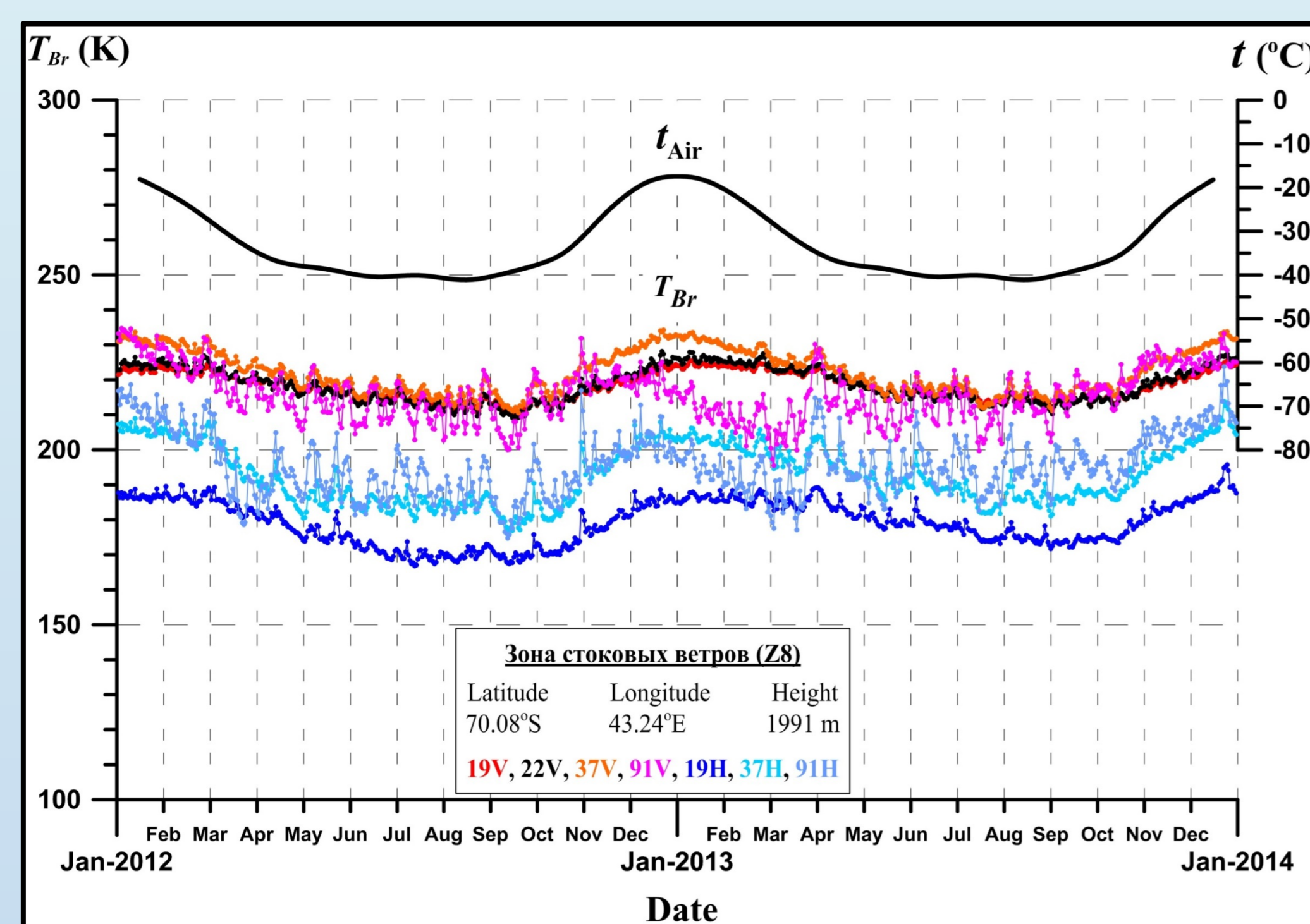
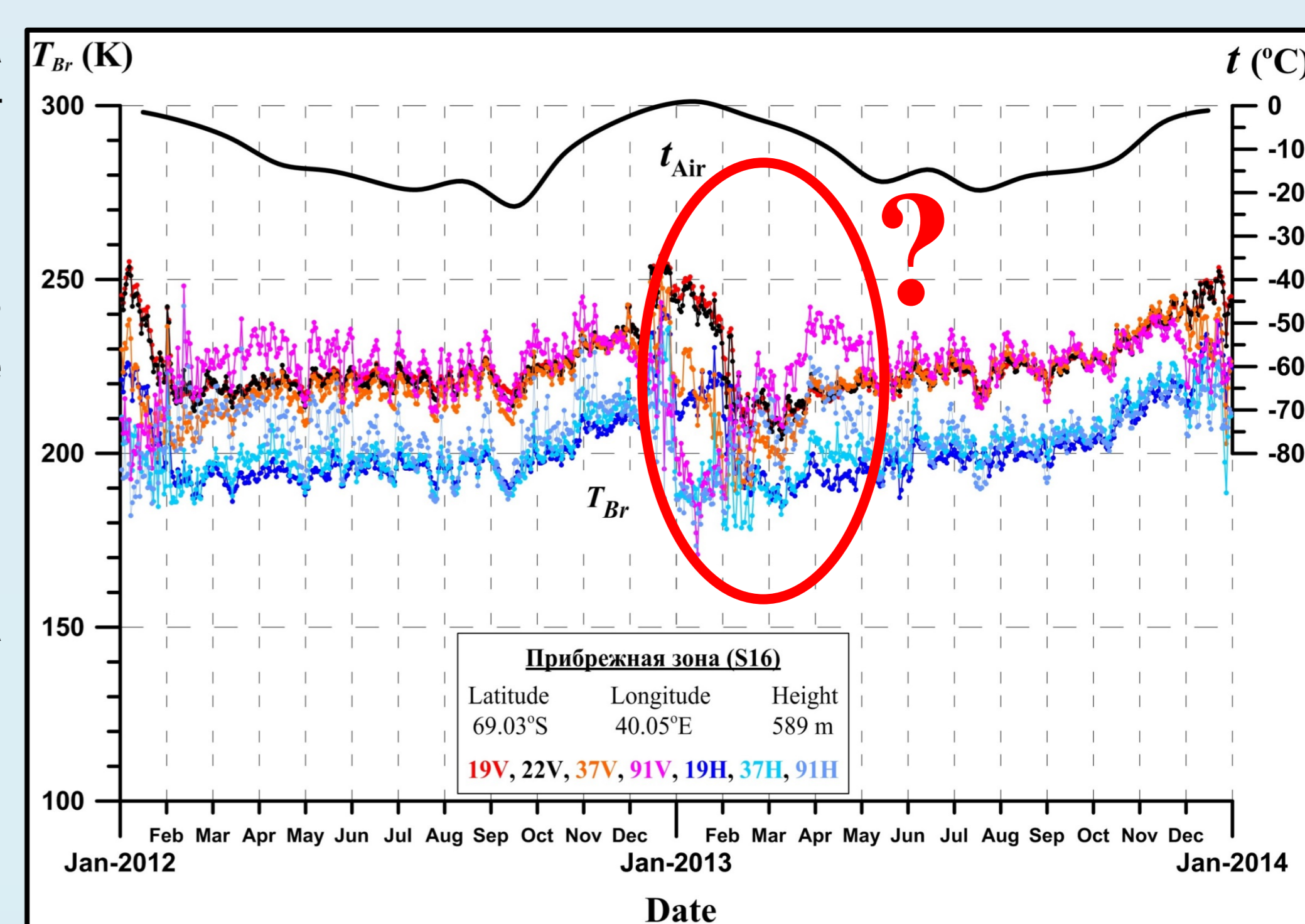
1. DMSP (Defense Meteorological Satellite Program), F18. SSMIS (Special Sensor Micro-wave Imager/Sounder). Режим конусного сканирования - 53°. 19.35(H,V), 22.24(V), 37(H,V), 91.655 (H,V) ГГц. Разрешение: 16x13 км - 91.655 ГГц; 74x45 км - 19.35 ГГц.
2. SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity). MIRAS (Microwave Imaging Radiometer using Aperture Synthesis). $\theta = 10^\circ \div 65^\circ$. 1.4 ГГц. Продукт L1C SMOS v.620. Угол - 42.5°. Разрешение: 35x50 км. $T_B^h, T_B^v, \Delta T = 5$ K



SSMIS

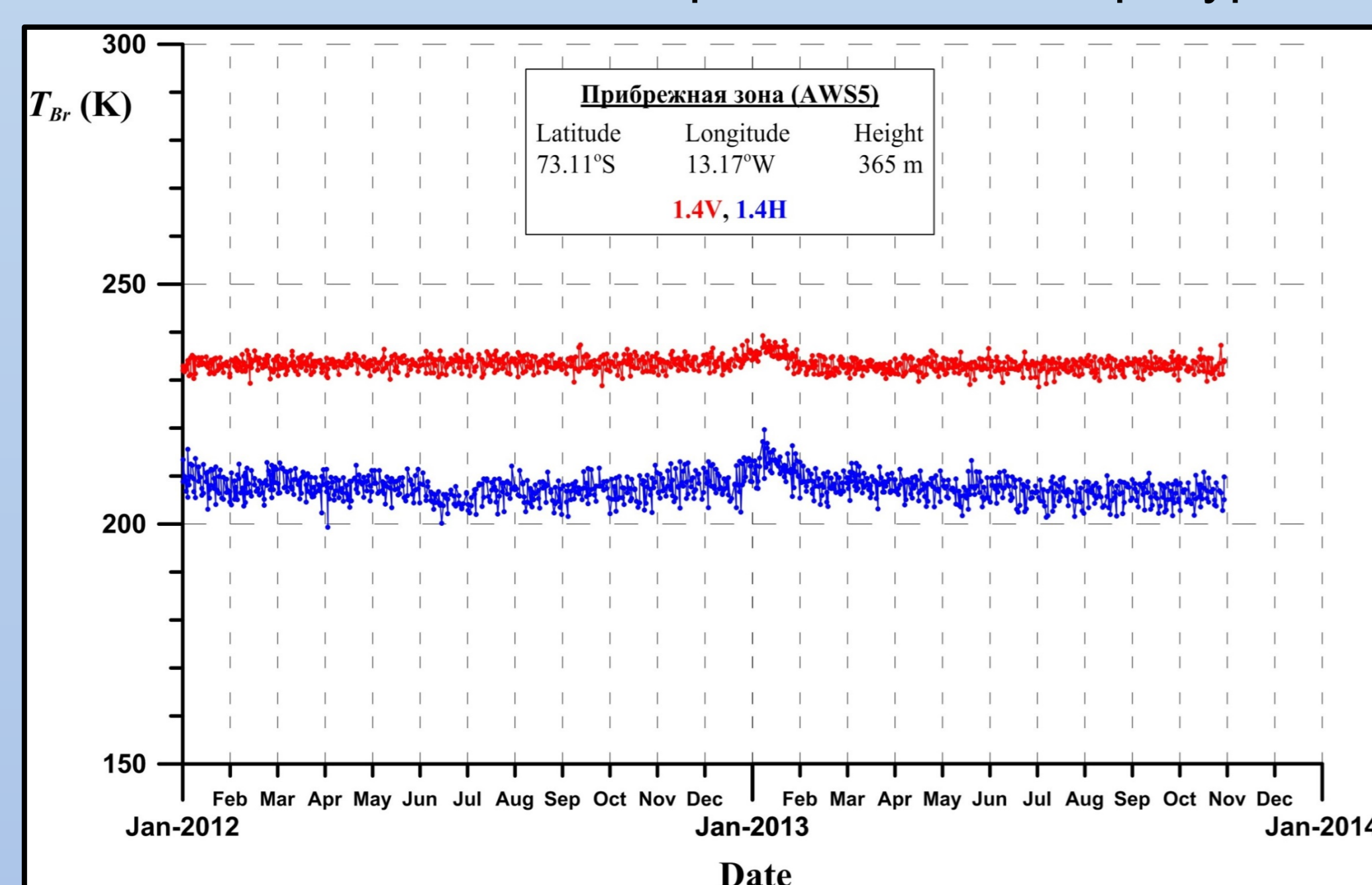


Динамика яркостных температур снежно-фирнового покрова выбранных областей (см. таблицу и карту) для частот SSMIS, а также температуры воздуха за 2012-2013 гг. Динамика яркостных температур в большей или меньшей степени соответствует динамике температуры воздуха. В большей степени это относится к областям с более холодным и устойчивым климатом (зона стоковых ветров, купол). Динамика яркостных температур прибрежной зоны нестабильна, хотя зависимость от изменения температуры воздуха прослеживается. Прибрежная зона подвержена более резким климатическим изменениям из-за близости океана. Климат в прибрежной зоне более теплый с большим количеством осадков. В летнее время бывают температуры воздуха около 0° C и выше, что вызывает таяние снега и, соответственно, резкое изменение яркостной температуры.

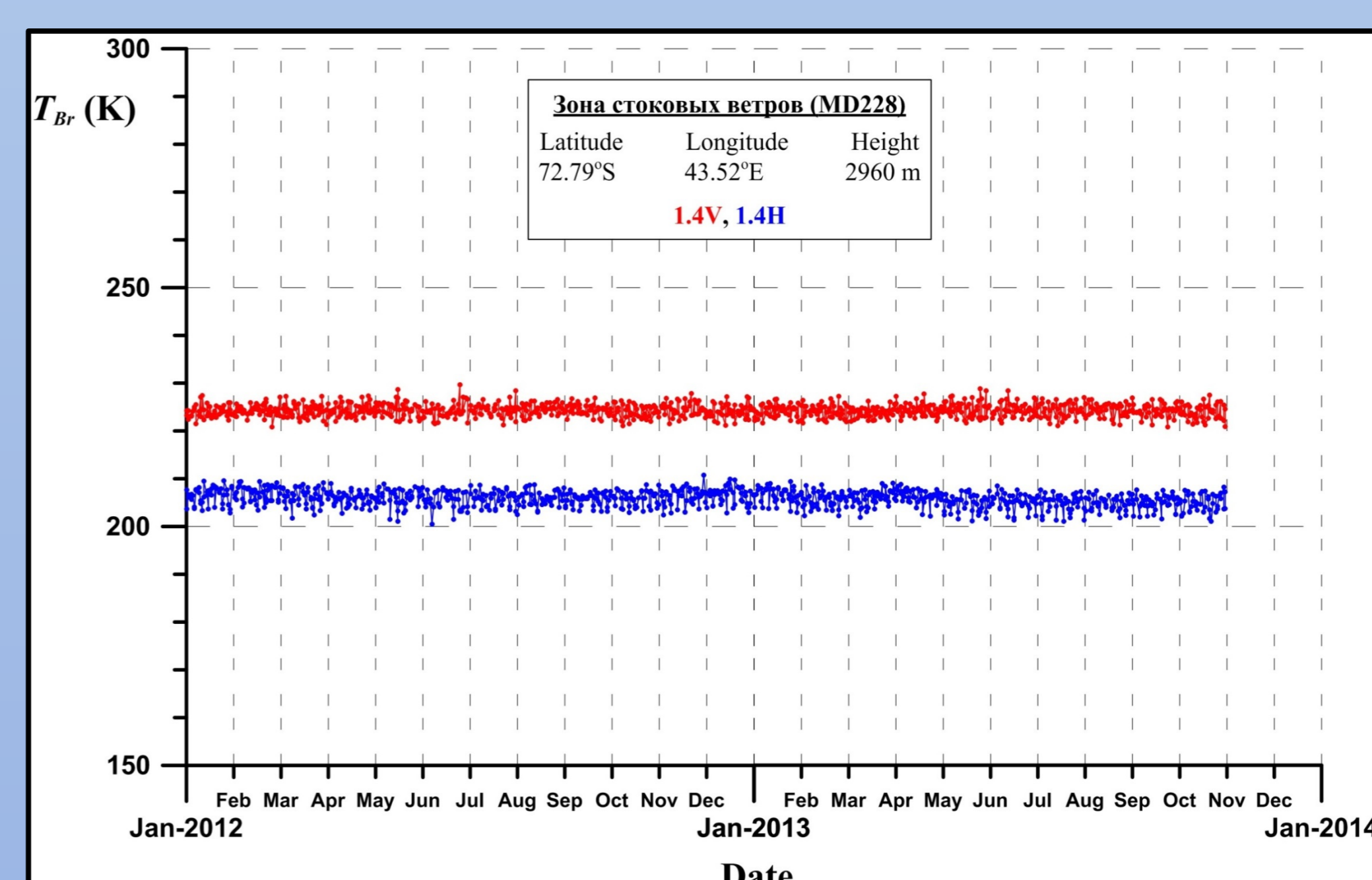
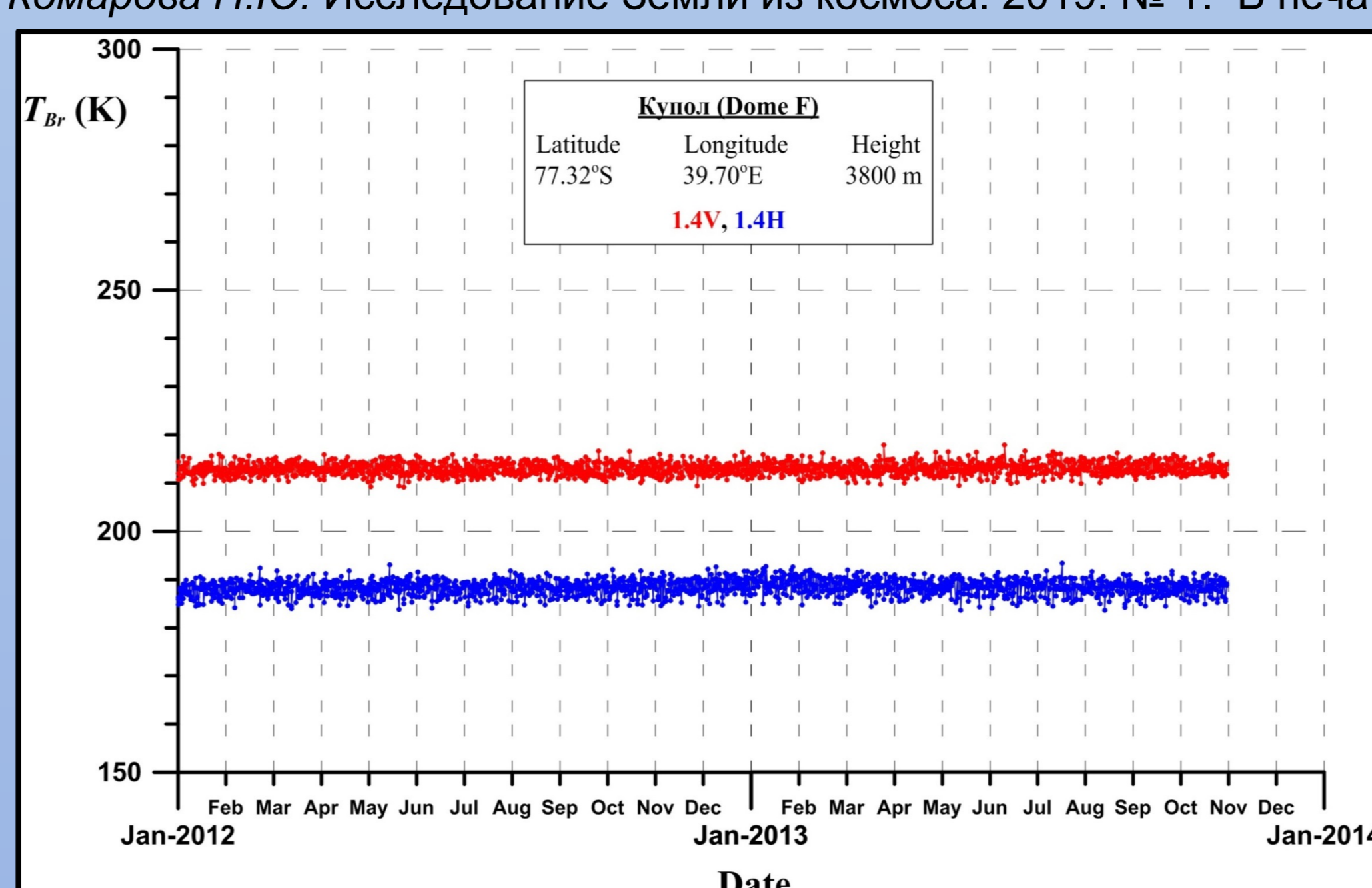
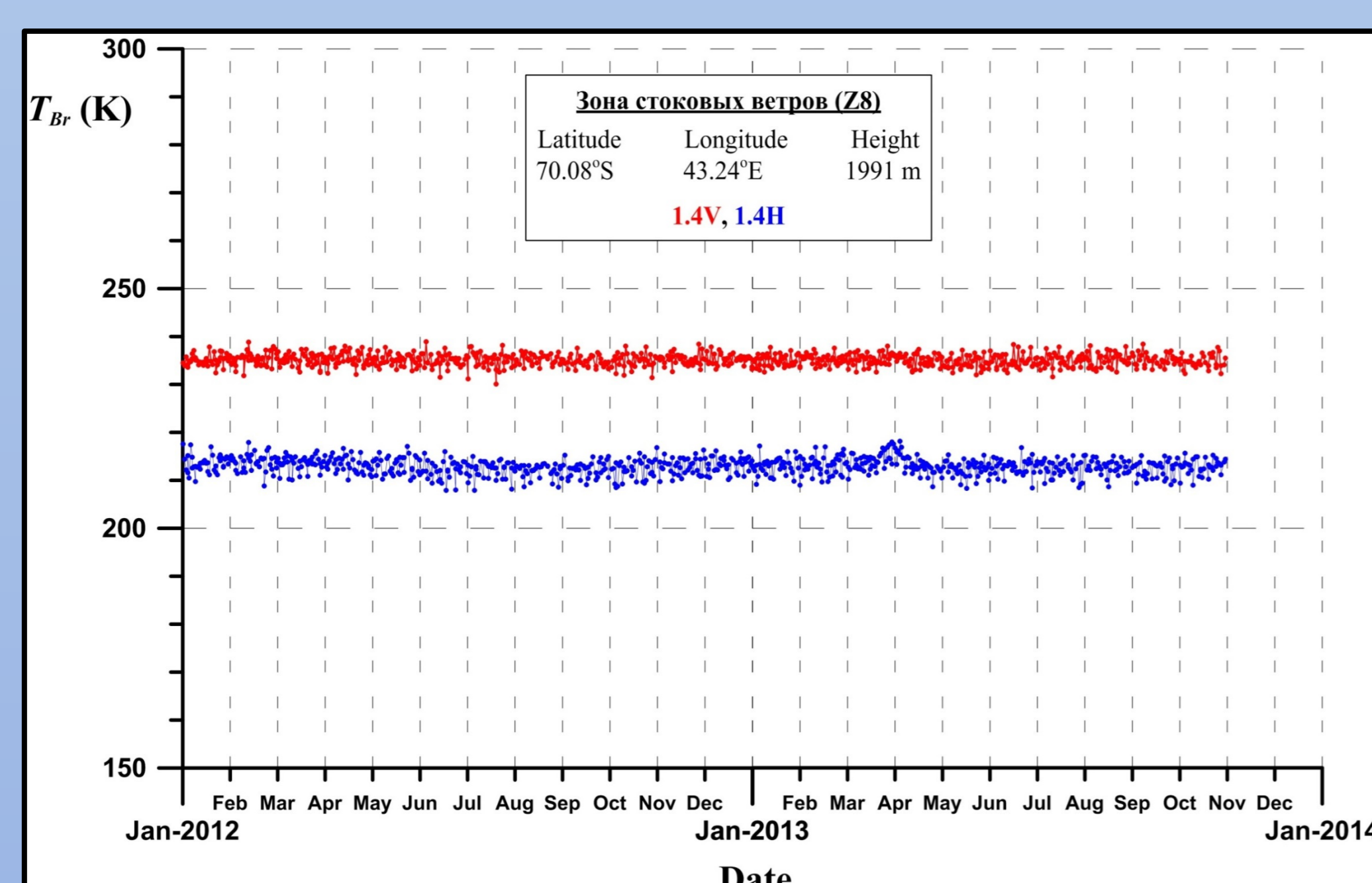
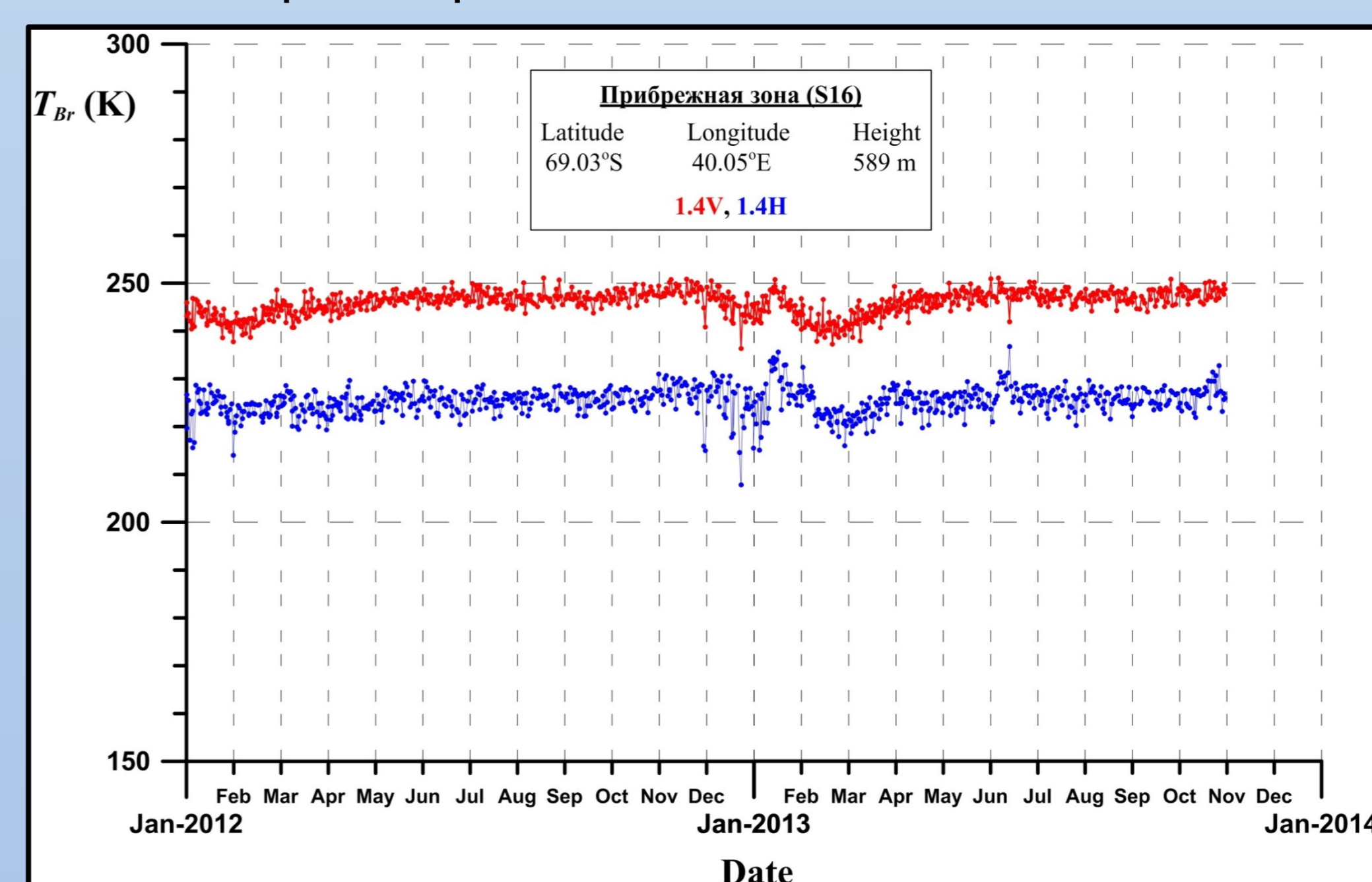


MIRAS

Динамика яркостных температур снежно-фирновых слоев тех же областей Антарктиды по данным радиометра MIRAS (1.4 ГГц) спутника SMOS за 2012-2013 гг. Глубина формирования излучения снежно-фирновой толщи для данной частоты составляет величину порядка нескольких сотен метров (Тихонов и др., 2019). На такой глубине, какие либо сезонные изменения метеоусловий не чувствуются. Для купола и зоны стоковых ветров, где толщина льда превышает величину 2 км, не наблюдается никаких сезонных изменений яркостной температуры. Яркостная температура в этих зонах постоянна в пределах, заявленной авторами продукта L1C SMOS ошибки (5K). На такой глубине (несколько сотен метров) работает своего рода «холодильник», поддерживающий постоянную температуру в течение всего года. Величина яркостной температуры зависит только от термодинамической температуры глубоких слоев, которая определяется высотой области.



Чем выше область, тем холоднее, тем ниже физическая температура глубоких слоев и, соответственно, ниже яркостная температура области. Небольшая динамика яркостной температуры наблюдается в прибрежной зоне. Она связана с тем, что толщина ледникового покрова в некоторых участках области пятна радиометра, может быть меньше глубины формирования излучения. В этом случае радиометр будет принимать излучение, как от грунта, так и от снежно-фирновой толщи. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00164.



Литература:
Sugiyama S., Enomoto H., Fujita S., Fukui K., Nakazawa F., Holmlund P., Surdyk S. J. of Glaciology. 2012. V. 58. № 209. P. 529-539.

Тихонов В.В., Раев М.Д., Хвостов И. В., Боярский Д.А., Романов А. Н., Шарков Е.А., Комарова Н.Ю. Исследование Земли из космоса. 2019. № 1. В печати.